

1. Η κινητική ενέργεια που έχει ένα σώμα το οποίο κινείται με ταχύτητα $u = 0,6c$ (όπου c η ταχύτητα του φωτός στο κενό) είναι

α) $\frac{mc^2}{4}$

β) mc^2

γ) $\frac{mc}{4}$

δ) $0,18mc^2$

2. Ένα διαστημόπλοιο έχει σχήμα κύβου ακμής a , και όγκο $1000m^3$ μετρημένο από παρατηρητή που είναι ακίνητος σε σχέση με το διαστημόπλοιο. Ένας παρατηρητής ο οποίος κινείται στην διεύθυνση του άξονα x με ταχύτητα $0,8c$ (όπου c η ταχύτητα του φωτός στο κενό) σε σχέση με το διαστημόπλοιο, θα μετρήσει για το διαστημόπλοιο όγκο

α) $5000/3m^3$

β) $216m^3$

γ) $600m^3$

δ) $1000m^3$

3. Σύμφωνα με τον νόμο Rayleigh – Jeans για την ακτινοβολία μέλανος σώματος όταν διπλασιαστεί η θερμοκρασία του σώματος, η ένταση της ακτινοβολίας

α) υποδιπλασιάζεται

β) τετραπλασιάζεται

γ) διπλασιάζεται

δ) υποτετραπλασιάζεται

4. Στο φαινόμενο Compton η μεταβολή του μήκους κύματος των σκεδαζόμενων ακτινών X για γωνία σκέδασης 90° δίνεται από την σχέση

α) $\Delta\lambda = \frac{mh}{c}$

β) $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}$

γ) $\Delta\lambda = \frac{mc}{h}$

δ) $\Delta\lambda = \frac{ch}{m}$

5. Στον απλό αρμονικό ταλαντωτή η απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικές ενεργειακές στάθμες

α) είναι πάντα σταθερή και ίση με $\hbar\omega$

β) αυξάνεται καθώς αυξάνεται το n

γ) μειώνεται καθώς αυξάνεται το n

δ) μεταβάλλεται σύμφωνα με την σχέση $n\hbar\omega$

6. Ένα ηλεκτρόνιο είναι εγκλωβισμένο μέσα σ' ένα κουτί. Εάν δεν εκτελούμε κάποιο πείραμα προσδιορισμού της θέσης του ηλεκτρονίου, η πιθανότητα να βρίσκεται σε κάποιο σημείο το ηλεκτρόνιο μας δείχνει ότι αυτό συμπεριφέρεται ως

α) καμία από τις υπόλοιπες απαντήσεις

β) σωματίο

- γ) ως κύμα και ως σωματίο
 δ) κύμα

7. Σε ένα μέταλλο σε θερμοκρασία 0K, εάν E είναι η ενεργειακή κατάσταση του μετάλλου και E_F η ενέργεια Fermi τότε οι ενεργειακές καταστάσεις όπου ισχύει E < E_F

- α) είναι κατειλημμένες από ηλεκτρόνια
 β) είναι κενές
 γ) έχουν συνάρτηση κατανομής Fermi – Dirac f = 0
 δ) έχουν συνάρτηση κατανομής Fermi – Dirac f = 0,5

8. Ως μήκος συνάφειας στους υπεραγωγούς ονομάζουμε

- α) το μέγιστο απαιτούμενο μήκος πάνω στο οποίο μπορεί να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί η υπεραγωγιμότητα
 β) το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος πάνω στο οποίο μπορεί να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί η υπεραγωγιμότητα
 γ) το μήκος στο οποίο τα δύο ηλεκτρόνια ενός ζεύγους Cooper δεν παραμένουν συσχετισμένα
 δ) το μήκος μέσα στο οποίο διεισδύει ένα ηλεκτρικό πεδίο στον υπεραγωγ

9. Εάν T_{1/2} είναι ο χρόνος υποδιπλασιασμού για μια ραδιενεργή ουσία με N₀ αρχικούς πυρήνες, μετά από χρόνο t = 5T_{1/2} οι πυρήνες που απέμειναν από την ουσία είναι

- α) $\frac{N_0}{32}$
 β) $\frac{N_0}{8}$
 γ) $\frac{N_0}{4}$
 δ) $\frac{N_0}{16}$

10. Η αντίδραση $\mu^- \rightarrow e^- + \gamma$ απαγορεύεται να συμβεί εξαιτίας

- α) του νόμου διατήρησης της παραξενιάς
 β) του νόμου διατήρησης του βαρυονικού αριθμού
 γ) του νόμου διατήρησης του λεπτονικού αριθμού
 δ) του νόμου διατήρησης του φορτίου

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1.α. Έχουμε $K = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} - mc^2 = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{0,36c^2}{c^2}}} - mc^2 = \frac{mc^2}{0,8} - mc^2 = \frac{mc^2}{4}$

2.γ. Ο παρατηρητής ο οποίος κινείται σε σχέση με το διαστημόπλοιο με ταχύτητα $v = 0,8c$, θεωρεί ότι το διαστημόπλοιο απομακρύνεται από αυτόν με την ίδια ταχύτητα. Άρα επειδή κινείται στον άξονα x, θα παρατηρήσει, σύμφωνα με την θεωρία της σχετικότητας, το μήκος της ακμής του διαστημοπλοίου σε αυτόν τον άξονα μικρότερο (συστολή μήκους). Το μήκος σύμφωνα με αυτόν θα δίνεται από την σχέση

$$x = x' (1 - v^2/c^2)^{1/2} \quad \text{ή} \quad x = x' 0,6 \quad \text{ή} \quad x = 0,6a$$

Ο όγκος του διαστημοπλοίου σύμφωνα με τον παρατηρητή που κινείται μαζί με αυτό και άρα το θεωρεί ακίνητο είναι $V = a^3 = 1000m^3$. Ο όγκος όμως του διαστημοπλοίου σύμφωνα με τον παρατηρητή που κινείται ως προς αυτό είναι $V = a \cdot a \cdot 0,6a = 0,6a^3 = 600m^3$

3.γ. Σύμφωνα με τον νόμο Rayleigh – Jeans για την ακτινοβολία μέλανος σώματος, η ένταση της ακτινοβολίας δίνεται από την σχέση

$$I(\lambda, T) = \frac{2\pi ckT}{\lambda^4}$$

4.β. Η εξίσωση του φαινομένου Compton είναι $\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos 90^\circ) = \frac{h}{mc}$

5.α. Στον απλό αρμονικό ταλαντωτή οι ενεργειακές στάθμες δίνονται από την σχέση

$E_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$ $n = 0,1,2,3,\dots$. Για δύο διαδοχικές ενεργειακές στάθμες έχουμε

$$\Delta E = E_{n+1} - E_n = (n+1 + \frac{1}{2} - n - \frac{1}{2})\hbar\omega = \hbar\omega = \sigma\alpha\theta.$$

6.δ. Η πιθανότητα να βρίσκεται το ηλεκτρόνιο σε κάποιο σημείο του χώρου δίνεται από την

σχέση $P = \int |\psi|^2 dV$ όπου η συνάρτηση ψ είναι η κυματοσυνάρτηση του ηλεκτρονίου [για παράδειγμα

στην μονοδιάστατη περίπτωση είναι $\psi(x) = A \sin(\frac{n\pi x}{L})$]. Βλέπουμε δηλαδή ότι η πιθανότητα έχει

κυματικά χαρακτηριστικά γεγονός που σημαίνει ότι εάν δεν εκτελέσουμε κάποιο πείραμα εντοπισμού του σωματίου, αυτό μπορεί να βρίσκεται παντού μέσα στον χώρο. Όταν εκτελούμε κάποιο πείραμα και εντοπίζουμε το σωματίδιο (όχι με απόλυτη ακρίβεια) η κυματοσυνάρτηση του καταρρέει και το σωματίδιο συμπεριφέρεται ως υλικό σώμα (δηλαδή είναι εντοπισμένο).

7.α. Η συνάρτηση κατανομής Fermi – Dirac για $T = 0K$ και $E < E_F$, παίρνει τιμή

$f(E) = 1$, οπότε όλες οι καταστάσεις είναι κατειλημμένες.

8.β. Το μήκος συνάφειας (ξ) είναι το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος πάνω στο οποίο μπορεί να δημιουργηθεί ή να καταστραφεί η υπεραγωγιμότητα. Επίσης μπορούμε να πούμε ότι το μήκος συνάφειας είναι η απόσταση στην οποία τα ζεύγη Cooper παραμένουν μαζί.

9.α. Η εκθετική διάσπαση των πυρήνων περιγράφεται από την σχέση $N = N_0 e^{-\Lambda t}$

Εάν $T_{1/2}$ είναι ο χρόνος ημιζωής του ραδιενεργού δείγματος (ο χρόνος ώστε ο αριθμός των πυρήνων να μειωθεί στο μισό) και Λ η σταθερά διασπάσεως (S.I. s^{-1}) έχουμε $\Lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ οπότε για $t = 5T_{1/2}$ έχουμε

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}}(5T_{1/2})} = e^{\ln 2^{-5}} \quad \text{ή} \quad N = \frac{N_0}{2^5} = \frac{N_0}{32}$$

10.γ. Η διατήρηση του λεπτονικού αριθμού δηλώνει ότι αυτός πρέπει να διατηρείται σε μια αντίδραση (να είναι ίδιος στο αριστερό και στο δεξί μέρος της αντίδρασης) για κάθε οικογένεια λεπτονίων ξεχωριστά (ηλεκτρονίου, νετρίνου, ταυ)

Στην αντίδραση $\mu^- \rightarrow e^- + \gamma$ Ο λεπτονικός αριθμός του μιονίου είναι $L_\mu = +1$ στα αριστερά και $L_\mu = 0$ στα δεξιά (δεν υπάρχει μέλος της οικογένειας του μιονίου). Ο λεπτονικός αριθμός του ηλεκτρονίου είναι $L_e = 0$ στα αριστερά (δεν υπάρχει μέλος της οικογένειας του ηλεκτρονίου αριστερά) και $L_e = +1$ στα δεξιά. Επομένως βλέπουμε ότι παραβιάζεται η αρχή διατήρησης του λεπτονικού αριθμού.

Επίσης στην παραπάνω αντίδραση δεν υπάρχουν βαρυόνια ούτε παράξενα σωματίδια άρα ο βαρυονικός αριθμός και ο αριθμός της παραξενιάς διατηρούνται σταθεροί.

Ιωάννης Μπαγανός, καθηγητής Φυσικής

www.dianysma.edu.gr – online tests Φυσικής για τον ΑΣΕΠ